

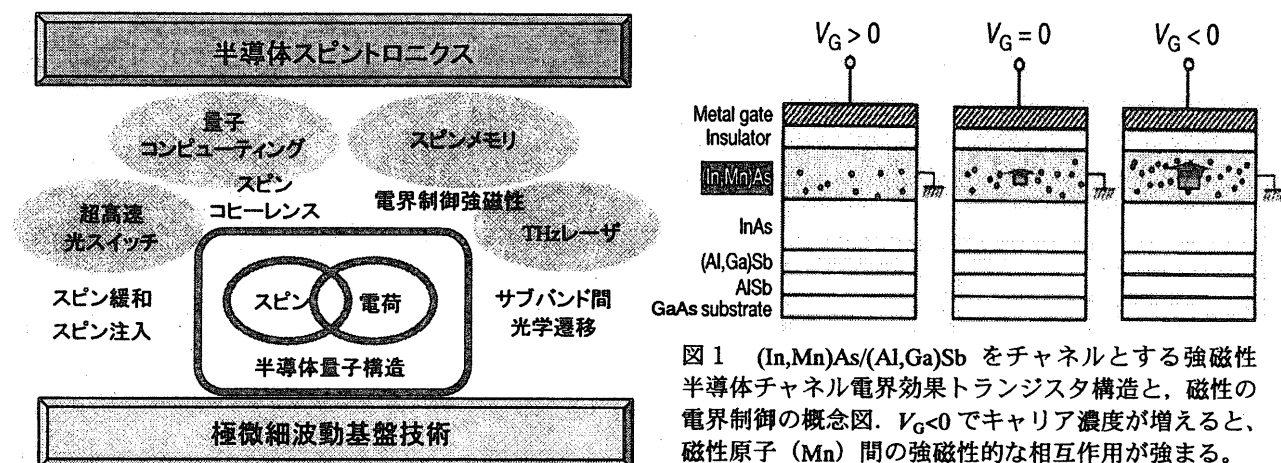
極微細波動基盤技術：半導体スピントロニクスからテラヘルツ光の発生まで(2項 超高速電子デバイス部)(4節 超高密度・高速知能システム実験施設)(第3章 研究活動)

雑誌名	東北大学電気通信研究所研究活動報告
巻	9
ページ	78-79
発行年	2003-07
URL	http://hdl.handle.net/10097/30326

超高速電子デバイス部

極微細波動基盤技術：

半導体スピントロニクスからテラヘルツ光の発生まで



1. 部の目標

超高速電子デバイス部では、半導体内の電子状態を制御し工学的に応用するため極微細波動基盤技術の研究を進めている。具体的には、化合物半導体量子構造を対象に、新しい半導体材料の開発、量子構造の作製と性質の理解、それらの超高速電子デバイス応用に関する研究を行っている。特に、スピンと電荷の自由度の両方を使った半導体スピントロニクスや、今後の情報通信に必要な半導体THzコヒーレント光源の実現を目指している。

本研究室では、GaAs/AlAsやInAs/GaSbなどの非磁性半導体と、III-V族ベースの新しい強磁性半導体(Ga,Mn)As, (In,Mn)As, 及び新しい閃亜鉛鉱型室温強磁性体CrSbを取り上げ、分子線エピタキシ法で高品質な量子構造を成長している。これまでに、半導体スピントロニクスのための強磁性半導体/非磁性半導体量子構造の作製とそのスピン物性の解明を行うと共に、二次元電子間の量子輸送現象における新しいスピン現象を明らかにしてきた。また、InAs量子井戸中のサブバンド間の光学遷移によるレーザ発振を世界で初めて電流注入により実現した。これらの研究により、半導体中のスピンを用いて現在のコンピュータが不得意な計算を桁違いに高速に実行できる量子コンピューティングなどの新しい半導体デバイス・システムを実現することに力を注いでいる。

2. 過去1年間（2002年4月から2003年3月まで）の主な成果

- 2.1 強磁性半導体(Ga,Mn)AsにAlを添加することで磁化容易軸方向を制御できることを示した。これにより磁性半導体の磁気異方性がキャリア濃度の関数であることを明らかにした。
- 2.2 低温アニールにより(Ga,Mn)Asの強磁性転移温度を160 Kまで向上することに成功した。系統的な測定により転移温度向上には表面が重要な役割を担っていることを明らかにした。
- 2.3 円偏光レーザパルスでGaAs中に光注入したスピン偏極電子の電界輸送現象を時間分解フォトルミネッセンスにより調べ、1 kV/cm以上の高電界においては電子

のスピン緩和時間が減少することを見だし、非磁性半導体中のスピン緩和に対する新しい知見を得た。

- 2.4 (110)面方位に形成したGaAs/AlGaAs井戸におけるスピンドYNAMICSを時間分解ファラデー効果測定によって調べ、レーザパルスによって生成されたスピン偏極電子と核スピンの相互作用による動的スピン分極、それによる核磁気共鳴を観測することに成功した。
- 2.5 InAs/AlSb量子カスケード構造において、試料構造により歪み、遷移状態、導波路等の最適化を進め、長波長(10 μ m)のレーザ発振に成功した。

3. 職員名

教授：大野英男（1994年より）

助教授：大野裕三（2001年より）

助手：松倉文礼

助手：大谷啓太

非常勤研究員：陳 鵬

非常勤研究員：池田正二

非常勤研究員：許 懷哲

4. 教授のプロフィール

1982年東京大学工学系研究科電子工学専攻修了。工学博士。1982年北海道大学講師，1983年北海道大学助教授，1988-1990年IBM T. J. Watson研究所客員研究員，1994年より東北大学教授。第12回日本IBM科学賞受賞。応用物理学会，日本結晶成長学会，日本物理学会，電子情報通信学会，APS，IEEE，AVS会員。

<研究テーマ>

1. 半導体スピントロニクスに関する研究
 - (a) 強磁性半導体およびその量子構造の物性と応用
 - (b) 半導体スピンメモリの開発
 - (c) 半導体量子構造中のスピニコヒーレンスの研究と量子情報技術への応用
2. 量子構造によるTHz～遠赤外光発生の研究
3. 量子構造における量子輸送現象の研究
4. 半導体量子構造に関する研究

5. 過去1年間（2002年4月から2003年3月まで）の主な発表論文

1. M. Kohda, Y. Ohno, K. Takamura, F. Matsukura, and H. Ohno, "Electrical Electron Spin Injection with a p⁺-(Ga,Mn)As/n⁺-GaAs Tunnel Junction," Journal of Superconductivity 16, Issue 1, pp. 167-170, February 2003.
2. H. Sanada, I. Arata, Y. Ohno, K. Ohtani, Z. Chen, K. Kayanuma, Y. Oka, F. Matsukura, and H. Ohno, "Drift Transport of Spin-Polarized Electrons in GaAs," Journal of Superconductivity 16, Issue 1, pp. 217-219, February 2003.
3. D. Chiba, M. Yamanouchi, F. Matsukura, E. Abe, Y. Ohno, K. Ohtani, and H. Ohno, "Electric Field Effect on the Magnetic Properties of III-V Ferromagnetic Semiconductor (In,Mn)As and ((Al),Ga,Mn)As," Journal of Superconductivity 16, Issue 1, pp. 179-182, February 2003.
4. K. Ohtani and H. Ohno, "InAs/AlSb quantum cascade lasers operating at 10 μ m," Applied Physics Letters Vol.82, No.7, pp1003-1005, 17 February 2003.
5. K. Ohtani, N. Matsumoto, H. Sakuma, and H. Ohno, "Intersubband absorption in n-doped InAs/AlSb multiple-quantum-well structures," Applied Physics Letters, Vol.82, No.1, pp37-39, 6 January 2003.
6. K. Ohtani and H. Ohno, "An InAs-Based Intersubband Quantum Cascade Laser," Jpn. J. Appl. Phys. Vol.41, No.11B, pp. L1279 -L1280, 2002.
7. H. Sanada, I. Arata, Y. Ohno, Z. Chen, K. Kayanuma, Y. Oka, F. Matsukura, and H. Ohno, "Relaxation of photoinjected spins during drift transport in GaAs," Applied Physics Letters Vol. 81, No. 15, pp. 2788-2790, 7 October 2002.
8. K. Takamura, F. Matsukura, D. Chiba, and H. Ohno, "Magnetic properties of (Al,Ga,Mn)As," Applied Physics Letters Vol. 81, No. 14, pp. 2590-2592, 30 September 2002.
9. T. Dietl, F. Matsukura, and H. Ohno, "Ferromagnetism of magnetic semiconductors - Zhang-Rice limit," Phys. Rev. B 66, 033203-1-4, July 2002.
10. J. H. Zhao, F. Matsukura, E. Abe, D. Chiba, Y. Ohno, K. Takamura, and H. Ohno, "Growth and properties of (Ga,Mn)As on Si (100) substrate," Journal of Crystal Growth Vol. 237-239, pp. 1349-1352, April 2002.